

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2022.05.03

引用格式: 廖海军. 北京山区泥石流专业监测技术要求及实践[J]. 中国地质调查, 2022, 9(5): 24-30. (Liao H J. Technical requirements and practice of debris flow monitoring in the mountainous areas of Beijing[J]. Geological Survey of China, 2022, 9(5): 24-30.)

北京山区泥石流专业监测技术要求及实践

廖海军

(北京市地质灾害防治研究所, 北京 100120)

摘要: 泥石流是北京山区主要突发地质灾害之一, 虽然发育规模以中小型居多, 但危险性很大, 开展专业监测十分必要。科学选取监测对象、合理选择监测方法、监测设备类型和可靠的安装位置, 明确监测技术要求, 是泥石流监测预警的关键。根据北京市突发地质灾害监测预警系统(二期工程)建设的工作实践, 在北京山区泥石流特征分析的基础上, 总结得出泥石流监测对象选择、监测方法及设备、监测点位确定方法及技术要求等, 并以小梁后沟印子峪泥石流专业监测实践为例, 验证了上述原则、方法和技术的合理性。研究成果可为泥石流监测预警的前期选点工作提供思路方法和借鉴参考。

关键词: 泥石流; 专业监测; 监测方案设计

中图分类号: P694

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2022)05-0024-07

0 引言

泥石流是山区常见的地质灾害之一, 指由于降雨等在沟谷或山坡上产生的一种携带大量泥沙等固体物质的特殊洪流^[1]。在重力的驱动下, 泥石流可能会沿着沟谷或河道移动数公里, 并通过渐进夹带而扩大其规模^[2-4], 具有突发性和高流动性, 因此具有极强的破坏性, 常常造成山区居民群死群伤^[5-6]。以北京市为例, 据资料统计, 近70 a来泥石流灾害已造成北京市约530人死亡, 520余人受伤, 2万余间房屋损坏^[7], 对当地居民的正常生产和生活造成极大威胁。

自然资源部明确提出, 地质灾害早期识别以及监测预警的核心工作是确定隐患点的位置以及灾害发生的时间^[8]。北京山区沟谷众多, 如何从庞杂的泥石流隐患沟中挑选出需要监测的泥石流沟, 并选择合理的方法以及合适可靠的地点进行监测, 是泥石流监测预警的关键^[9]。本文以北京市突发地质灾害监测预警系统二期工程建设中的实践工作

为基础, 根据北京山区泥石流发育特点^[10-11], 对泥石流监测点的勘选工作进行了分析和总结, 在此基础上结合前人研究工作^[12]提出了北京市监测预警泥石流沟的选取标准, 为泥石流监测预警的前期选点提供思路和方法。

1 研究区概况

1.1 泥石流规模及空间分布规律

北京市泥石流数量多而规模小, 分布面积广而不均, 调查数据显示: 小型泥石流占全部泥石流隐患沟比例的83.2%, 中型泥石流占15.6%, 大型泥石流仅占1.2%(表1), 无巨型泥石流。

表1 北京市泥石流沟规模等级统计
Tab.1 Statistical table of debris flow vally in Beijing by scale and grade

规模等级	规模方量/(10 ⁴ m ³)	数量/处	占比/%
小型	<2	712	83.2
中型	[2, 20)	134	15.6
大型	[20, 50)	10	1.2
巨型	≥50	0	0

收稿日期: 2022-05-19; 修订日期: 2022-09-18。

基金项目: 北京市地质矿产勘查院重点项目“北京市突发地质灾害监测预警系统(二期工程)(编号: 201604001771103667)”项目资助。

作者简介: 廖海军(1971—), 男, 高级工程师, 主要从事突发地质灾害勘查、设计、评估及监测预警、应急调查等工作。Email: bj_lhj@163.com。

北京市泥石流分布如图1。

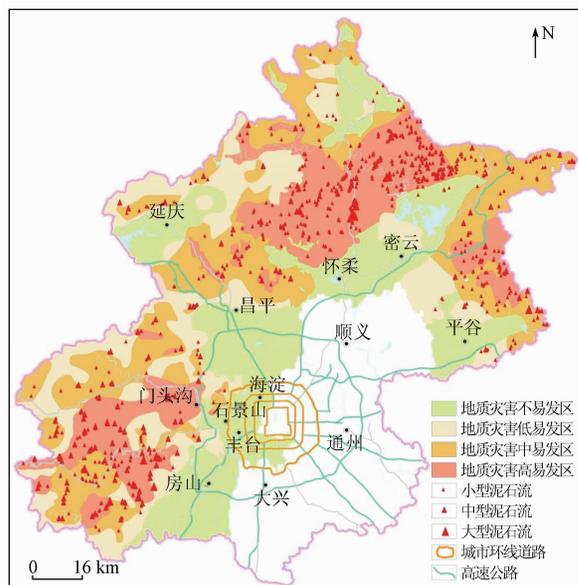


图1 北京市泥石流分布

Fig.1 Distribution of debris flow in Beijing

研究表明：小型泥石流主要分布在浅山区(深山与平原的过渡地带)，该区域地形切割强烈，沟谷多呈“V”字型，两侧松散物质丰富，为泥石流的潜在物源。中、大型泥石流则零星分布于北部与西部的中山、高山区，该区域地形坡度较陡，沟谷狭窄，沟床纵坡大，泥石流沟口与沟头高差一般为300~500 m，形态大多呈“V”字型，坡面松散物质较少。

1.2 泥石流物质组成、发育形态及发育阶段

(1)物质组成。根据物质组成和颗粒物粒径大小可将泥石流划分为泥石流、水石流和泥流3类，泥石流主要由大的块石、碎石、粗颗粒砂石夹细颗粒黏性土、粉土组成，颗粒不均，差异较大；水石流主要由块石、砂粒组成，粒径大，堆积物分选性较强；泥流主要由较细粒的黏土粉质、泥砂组成，无碎石，呈泥状，黏性较大。北京市的泥石流以泥石流和水石流为主，前者占63.8%，后者占33.3%，泥流仅占2.9%(表2)。

(2)发育形态。北京山区泥石流以沟谷型为主，约占96.3%，坡面泥石流较少，约3.7%(表2)。沟谷型泥石流流域范围大小不一，形态多样，一般呈扇形或不规则的长条形，沟源呈半圆形围谷，沟长坡缓，一般可以较明显地划分出泥石流的形成区(清水区)、流通区和堆积区。坡面型泥石流面积一般较小，极少超过0.5 km²，呈斗状，无流通区，形成区与堆积区直接相连。

表2 北京山区泥石流类型统计
Tab.2 Statistical table of debris flow types in Beijing mountainous area

	泥石流类型	数量/个	占比/%
物质组成	泥石流	546	63.80
	水石流	285	33.30
	泥流	25	2.90
发育形态	沟谷型	824	96.30
	山坡型	32	3.70
发育阶段	发育期	274	32.00
	旺盛期	97	11.30
	衰退期	418	48.90
	停歇期	67	7.80

(3)发育阶段。根据泥石流的物质组成、发育形态及堆积物特征可以判断泥石流的发育阶段，发现全市处于发育期的泥石流隐患有274个、处于旺盛期的有97个、处于衰败期的有418个、处于停歇期的有67个(表2)。

1.3 泥石流活动规律

根据历史泥石流活动资料，可以发现泥石流的活动周期与极端气候下的降雨周期基本一致，在时间上基本重合，集中发生在7月底至8月初，在空间上泥石流的活动区域随暴雨中心的移动而改变。

北京山区近150 a来有历史记载且比较严重的泥石流灾害活动共有26次，其中1867—1949年共发生泥石流13次，平均6.3 a一次，1949—2021年发生死亡人数5人以上的泥石流13次，平均5.5 a一次(表3)。

表3 北京市1949—2021年主要泥石流损失情况统计
Tab.3 Statistical table of major debris flow losses in Beijing from 1949 to 2021

年份	发生时间	死亡人数/人	受伤人数/人	房屋损失/间
1949	夏天	6		
1950	7月	85	24	1 200
1956	8月3日	7		10
1958	8月	17		90
1959	7月19日	9	27	195
1969	8月10日	159	3	434
1972	7月27日	39		984
1976	7月23日	104		3 636
	7月29—30日	8	7	37
1977	8月2日	28	5	3
	8月5日	13	9	43
1982	8月5日	13	9	43
1989	7月21—22日	19	435	7 502
1991	6月6—11日	28	8	5 886
2016	6月18日	11		
合计		533	518	20 020

注：表中空白处表示无统计数据。

2 监测对象的选择及监测方法

2.1 监测对象的选择

北京山区泥石流沟隐患数量多且具有“小而散”的特点,使得监测预警不可能对每一条泥石流沟进行。如何在数量众多的泥石流沟隐患中进行合理的筛选,最终选择监测对象,是监测预警系统工程建设的首要任务。对拟监测的泥石流沟选择应遵循以下原则。

(1)威胁5人以上居民点和旅游景区的泥石流沟。北京市泥石流沟按威胁对象的不同可分为6类:居民点、景区、学校、道路、矿山及水库和其他。建设突发地质灾害监测预警系统工程的目的是保护人民群众的生命财产安全,因此从威胁居民点、学校和旅游景区等人口聚集区的泥石流沟中进行选择,由于北京市山区没有泥石流沟威胁中小学校,故选择威胁5人以上居民点和旅游景区的泥石流沟作为监测对象。

(2)规模中型以上及中易发的泥石流沟。从泥石流沟的规模来看,全市泥石流沟以小型为主,中型泥石流沟134条,大型泥石流沟10条。相较于小型泥石流沟,中型及大型泥石流沟具有更强的破坏性,因此将中型规模及以上的泥石流沟全部纳入监测范围。同时,走访当地村民,询问历史灾情或险情,对群众报灾的小型泥石流纳入监测范围。

从泥石流易发性来看,本市无高易发泥石流沟,中易发泥石流沟223条,低易发泥石流沟633条。易发性高低决定了泥石流沟发生灾害的频率,易发性越高,发生泥石流的频率越大,危害性也越大,因此将中易发的泥石流沟全部纳入监测范围。同时征求泥石流沟所在村委会及地方政府对泥石流隐患的监测意见,在取得地方政府的同意和支持后,将地方及村民上报的泥石流沟隐患纳入监测范围(图2)。

通过各类资料的筛选和比较,再结合遥感影像解译识别结果,在确定泥石流监测沟之后,由勘选人员通过实地踏勘调查拟监测泥石流沟的基本情况,最终确定监测目标。通过筛选,从全市856条泥石流沟中确定了449条进行监测(图3)。

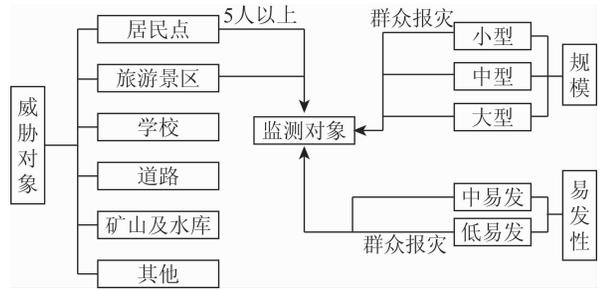


图2 北京市泥石流监测对象的确定流程
Fig.2 Determination of debris flow monitoring objects in Beijing

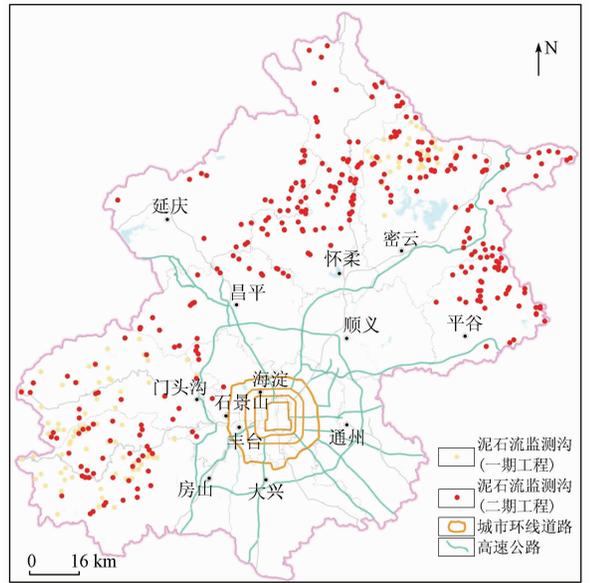


图3 北京山区泥石流沟监测位置示意图
Fig.3 Schematic diagram of monitoring location of debris flow gully in Beijing mountainous area

2.2 监测方法

泥石流沟监测的方法较多,北京市突发地质灾害监测预警系统主要采用自动遥测法,针对诱发因素、物理场以及泥石流发生前或发生时的特征等进行监测(图4)。

(1)诱发因素监测。诱发因素监测是泥石流沟专业监测中不可缺少的组成部分。由于降水是泥石流灾害发生的直接诱因,因此,对泥石流沟内的雨量监测尤为重要。雨量监测采用一体化自动雨量计,雨量数据发送频率可随时在后台进行人工设置干预,在汛期或极端天气下,数据采集及发送时间间隔可根据需要实时调整,并通过北斗卫星或移动通信网络实时传送到数据中心。

(2)物理场监测。泥石流物理场监测主要采用次声监测,一体化次声监测仪可以在泥石流灾害发生前提前捕捉到次声信号,有充裕的时间来实现预警,通知受威胁群众撤离。

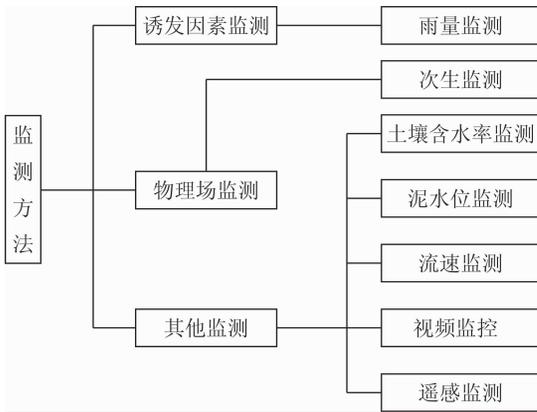


图4 北京泥石流监测主要方法

Fig.4 Main methods for debris flow monitoring in Beijing

(3)其他监测。泥石流专业监测还可以开展沟域内的土壤含水率、泥水位、流速监测及视频监控，在汛期因极端天气多地爆发险情时，还可以开展应急遥感监测。

3 监测设备安装位置要求

3.1 一般要求

在保证设备安全性、数据有效性、环境适宜性、位置最优性的前提下，需要地质灾害专业技术人员对每一处拟安装设备点进行实地踏勘，选择确定最佳监测设备安装位置(表4)。一般来说，为确保供电、通讯，安装位置还应满足以下要求：

(1)应选在空旷无遮挡、地形平坦的地段，监测设备顶部周围90°、半径3.0 m范围内不能有建筑及树木。

(2)监测点南侧无严重遮挡，便于太阳能电池板采光。

(3)需保证通信信号(移动、联通、电信)3格及以上，否则只能使用北斗通信。监测点正南面45°以上无山体遮挡，否则影响北斗通信成功率。

表4 北京市泥石流沟专业监测设备点位勘选要求

Tab.4 Requirements for site selection of professional monitoring equipment for Beijing debris

监测点位	设备安全性	数据有效性	环境适宜性	位置最优性
雨量监测点	地势较高处	沟长≤3.0 km, N=1; 支沟内有松散物源或主沟长 > 3.0 km 时, N>1, 在支沟和主沟不同海拔位置布设	监测点正南面45°以上无山体遮挡	上游(形成区或清水区)
土壤含水率监测点	地势较高处	松散物源厚度较大的稳定台面上, 一般厚度≥1.0 m	空旷无遮挡、地形平坦; 通信信号(移动、联通、电信)3格及以上	沟道中游
次声监测点	远离河道开阔地带	主沟长 > 3.0 km 时, N>1, 在支沟和主沟均布设	通信信号(移动、联通、电信)3格及以上, 南侧无遮挡	主沟下游下或流通区内
泥水位监测点	沟岸较高处	沟内平缓, 无杂草	通信信号(移动、联通、电信)3格及以上, 南侧无遮挡	沟道中下游流通区沟谷汇水段或“V”字型沟内, 泥石流堆积区
流速监测点	沟岸较高处	典型沟谷断面	通信信号(移动、联通、电信)3格及以上, 南侧无遮挡	流通区, 沟渠处最佳
视频监控	高地平台	180°范围内无视野遮挡, 可接通市电、光纤专线	半径3.0 m 范围内不能有建筑及树木	沟下游沟谷出口拐弯处高地或突出的高地平台

注: N 表示一条泥石流沟中主沟和支沟的数量。

3.2 专业监测点具体要求

(1)雨量监测点勘选要求。降雨是暴雨型泥石流的直接触发因素，雨量监测点一般布设在泥石流沟中、上游(形成区或清水区)地势较高处。同时要考虑泥石流流域特征，主沟长度小于3.0 km 的安装一个即可，支沟内有松散物源或主沟长度大于3.0 km 时，需要在有松散物源的支沟和主沟中不同海拔的位置布设监测点。

(2)土壤含水率监测点勘选要求。土壤含水率监测点须设在泥石流沟道中游，在形成区松散物源厚度较大的稳定台面上，一般厚度大于1.0 m，保证传感器可以埋设在同一监测断面地表以下0.2 m、0.4 m、0.6 m、0.8 m 和1.0 m 处。

(3)次声监测点勘选要求。次声监测点须布设在泥石流沟的下游或流通区内远离河道的开阔地带，避免泥石流发生造成设备损毁。对于主沟长度

超过 3.0 km 的沟道,还可以将次声监测仪布设于泥石流沟的中游沟道开阔地段处,有支沟的泥石流沟还要在物源丰富的支沟中游布设次声监测点。

(4)泥水位监测点遴选要求。泥水位监测点须布设在泥石流堆积区或沟道中下游,而且只能在有沟谷汇水或“V”字型沟内布设,才能有效采集数据。开阔平坦、无法形成集中汇流的泥石流沟不宜布设泥水位监测点。

(5)流速监测点遴选要求。流速监测点布设在泥石流沟的流通区,所选断面应是能代表整个沟谷的典型断面,不宜过宽,沟内如有沟渠处最佳。一旦发生泥石流,所测到的流速应能代表或接近整个泥石流的平均流速。

(6)视频监控点遴选要求。视频监控点须布设于泥石流沟下游沟谷出口拐弯处高地或突出的高地平台,通过摄像头调节可以观察到沟谷中、上游实时情况,也能观测到出口处的受威胁居民区,有利于实时察看泥石流发生时的情况,便于上级领导指挥、决策和调度。所选点位应确保摄像头至少 180°范围内无视野遮挡。

4 泥石流沟监测设备遴选实例

4.1 泥石流基本概况

小梁后沟印子峪泥石流沟流域面积约为 2.13 km²,规模为中型,属沟谷型泥石流沟。该流域内第四系主要为冲洪积形成的卵砾石、沙等,物源储量为 15.41 万 m³,单位面积储量为 7.23 万 m³/km²,主沟长约 2.9 km,沟床坡降比 123.02‰,支沟内有残坡积物堆积,泥石流易发性等级为中易发。目前,受小梁后沟印子峪泥石流隐患威胁的居民约160人。

4.2 泥石流沟专业监测设备点位遴选情况

依据野外遴选监测点的原则和要求,结合小梁后沟印子峪泥石流沟的特征进行监测设备点位遴选、确定。在小梁后沟印子峪主沟内共放置泥石流监测设备 8 台(表 5),其中一体化自动雨量监测站 2 处、一体化土壤含水率监测站 2 处、一体化次声监测站 1 处、一体化泥位监测站 1 处、一体化流速监测站 1 处、一体化视频监控站 1 处(图 5)。

表 5 小梁后沟印子峪泥石流沟专业监测设备点位遴选情况
Tab.5 Site selection of professional monitoring equipment for Yinziyu debris flow vally

设备名称	安装位置	安装位置基本情况
一体化雨量监测站	主沟上游形成区左岸	无树木遮挡,光照时长 > 6 h,完全满足太阳能充电供电条件,无手机信号,采用北斗卫星传输数据
	支沟上游形成区右岸	
一体化土壤含水率监测站	主沟上游形成区左岸平台	无树木遮挡,土壤厚度为 1.0 ~ 1.2 m,光照时长 > 6 h,完全满足太阳能充电供电条件,无手机信号,采用北斗卫星传输数据
	支沟下游形成区右岸平台	无树木遮挡,光照时长 > 6 h,完全满足太阳能充电供电条件,4G 信号 2 格,采用移动网络和北斗卫星双通道传输数据
一体化泥水位监测站	主沟中游流通区沟道边	自然沟谷边,光照时长 > 6 h,完全满足太阳能充电供电条件,4G 信号 2 格,采用移动网络和北斗卫星双通道传输数据
一体化泥石流流速监测站	主沟中游流通区沟道边	自然沟谷边,光照时长 > 6 h,完全满足太阳能充电供电条件,4G 信号 2 格,采用移动网络和北斗卫星双通道传输数据
一体化泥石流次声监测站	主沟下游	光照时长 > 6 h,满足太阳能充电供电条件,4G 信号 4 格,采用移动网络传输数据
一体化视频监控站	主沟下游	视野开阔,摄像头无遮挡,接市电及光纤宽带专线,保证长期供电及高清影像传输



图 5 小梁后沟印子峪泥石流沟专业监测设备位置
Fig.5 Location map of professional monitoring equipment for Yinziyu debris flow vally

4.3 监测情况

(1) 监测设备运行基本情况。小梁后沟印子峪泥石流沟内的专业设备安装、调试完成后,自2018年3月15日开始发送监测数据。截止目前,已经安全稳定传输数据4 a多,通过接收到的数据分析来看,各项设备运行稳定、正常,除人为破坏外无设备损坏或损毁情况。在环境适宜性、位置最优性的监测设备布设前提要求下,设备安全性、数据有效性得到保证。

(2) 数据有效性分析。小梁后沟印子峪4 a多来未发生泥石流灾害,即使在超长汛期达122 d、共下79场雨的2021年也未发生。但通过对2018—2021年主汛期各项监测数据分析,小梁后沟印子峪泥石流沟内设备发送数据完好,一体化雨量监测站和土壤含水率数据变化较为明显,尤其是雨量统计,与全市数据吻合,有力地证明了设备运行稳定有效(表6)。

表6 2018—2021年北京主汛期(6月1日—9月15日)降雨量

Tab. 6 Precipitation during the main flood season (Jun. 1st—Sep. 15th) of Beijing (2018—2021)

年份	全市平均/mm	全市最大/mm	小梁后沟印子峪监测/mm
2018	479.6	936.6	818.6
2019	341.9	635.1	447.9
2020	381.6	422.3	337.0
2021	720.2	1 084.4	1 041.8

2021年主汛期7月12日凌晨3:30分开始的一场降雨,持续时间长达30 h。此次降雨时间长,雨强不大,小梁后沟印子峪24 h最大降雨量达223.6 mm。第一次较大小时雨强发生在7月12日04:00—05:00,最大小时雨强30.0 mm,由于山区土壤干旱,土壤含水率在雨后约4 h才达到32.94%的次高值(图6)。最大小时雨强39.6 mm发生在7月12日19:55—20:55,即开始降雨后约16 h,土壤含水率在此时达到峰值34.91%(图6)。

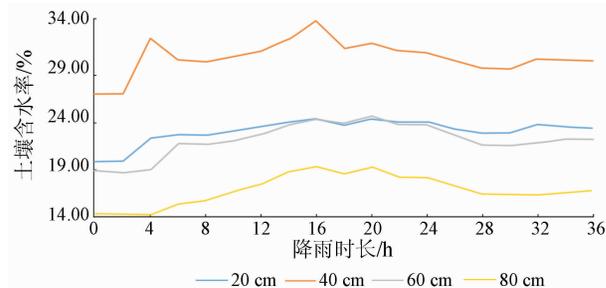


图6 2021年7月12日降雨后印子峪不同深度土壤含水率变化
Fig. 6 Change of soil moisture content at different depths of Yinziyu after rainfall on July 12, 2021

此后雨量逐渐减小,土壤含水率逐渐降低。由于沟谷内未形成有效径流,泥水位和流速均无数据,泥石流未发生,次生仪也未发送有效数据。获取到的数据表明各类专业监测仪器运行稳定,数据传输正常、有效。

5 结论

结合在北京市突发地质灾害监测预警系统二期工程建设中所做工作,对北京市泥石流沟的分布特征及泥石流监测沟选择进行分析,得到以下结论:

(1) 北京山区泥石流数量较多,规模上以小型为主,主要分布在浅山区;物质组成上以泥石流和水石流为主,形态上主要为沟谷型,发育阶段主要以衰退期为主,其次为发育期;发生时间受降雨控制较大,集中在7月底至8月初。选择危害性大的泥石流沟监测是监测预警工作的首要任务。

(2) 建立了根据泥石流威胁人数、规模、易发性等级及实地调查情况的确定监测泥石流沟的标准,并采用数据库筛选、地方及村民上报、遥感影像核实、野外现场勘选等方法最终从北京市856条泥石流沟中确定了449需要监测的泥石流沟。

(3) 从诱发因素、物理场以及泥石流发生前或发生时的特征等来实施泥石流沟监测,确定专业监测设备,同时按照监测设备安全性、监测数据有效性、监测环境适宜性和监测位置最优性的原则来最终确定专业监测设备的安装位置。通过小梁后沟印子峪泥石流沟专业监测实践验证了上述原则、方法和技术的合理性。

参考文献 (References):

- [1] 葛文彬, 谭炳炎, 唐邦兴, 等. DZ/T 0220 - 2006 泥石流灾害防治工程勘查规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
Ge W B, Tan B Y, Tang B X, et al. DZ/T 0220 - 2006 Specification of geological investigation for debris flow stabilization [S]. Beijing: Standards Press of China, 2006.
- [2] Iverson R M, Reid M E, Logan M, et al. Positive feedback and momentum growth during debris-flow entrainment of wet bed sediment [J]. Nat Geosci, 2011, 4(2): 116 - 121.
- [3] Cheng W M, Wang N, Zhao M, et al. Relative tectonics and debris flow hazards in the Beijing mountain area from DEM-derived geomorphic indices and drainage analysis [J]. Geomorphology, 2016, 257: 134 - 142.
- [4] Ma C, Wang Y J, Du C, et al. Variation in initiation condition of debris flows in the mountain regions surrounding Beijing [J]. Geomorphology, 2016, 273: 323 - 334.

- [5] Chen H X, Zhang L M, Gao L, et al. Simulation of interactions among multiple debris flows[J]. *Landslides*, 2017, 14(2): 595 – 615.
- [6] Li Y C, Chen J P, Zhang Y W, et al. Debris flow susceptibility assessment and runout prediction: A case study in Shiyang Gully, Beijing, China[J]. *Int J Environ Res*, 2020, 14(3): 365 – 383.
- [7] 温克刚, 谢璞. 中国气象灾害大典: 北京卷[M]. 北京: 气象出版社, 2005: 228 – 232.
Wen K G, Xie P. *China Meteorological Disaster Classic: Beijing Volume*[M]. Beijing: China Meteorological Press, 2005: 228 – 232.
- [8] 汪民. 围绕中心服务大局, 全力为地质灾害监测预警提供服务与支撑——在地质灾害监测新技术新方法交流推进会上的讲话[J]. *中国地质灾害与防治学报*, 2019, 30(6): 5 – 8.
Wang M. Focusing on the overall service situation of the Center, and making every effort to provide service and support for geological hazards monitoring and early warning; Speech at the Conference on Exchange and Promotion of New Technologies and Methods of Geological Hazards Monitoring[J]. *Chin J Geol Hazard Control*, 2019, 30(6): 5 – 8.
- [9] 杨迎冬, 晏祥省, 周翠琼, 等. 泥石流地质灾害专业监测预警选点工作探讨[J]. *四川地质学报*, 2019, 39(4): 594 – 599, 603.
Yang Y D, Yan X S, Zhou C Q, et al. An approach to the selection of monitoring and early warning spots for debris flow hazard[J]. *Acta Geol Sichuan*, 2019, 39(4): 594 – 599, 603.
- [10] 谢洪, 钟敦伦, 韦方强, 等. 北京山区泥石流的分类与类型[J]. *山地学报*, 2004, 22(2): 212 – 219.
Xie H, Zhong D L, Wei F Q, et al. Classification of debris flow in the mountains of Beijing[J]. *Mt Res*, 2004, 22(2): 212 – 219.
- [11] 韦京莲, 董桂芝, 赵波. 北京山区近代泥石流活动规律及暴发周期分析[J]. *中国地质灾害与防治学报*, 1994, 5(4): 48 – 53.
Wei J L, Dong G Z, Zhao B. Relationship between activity periods of modern mud – rock flow and storm in the mountains area of Beijing[J]. *Chin J Geol Hazard Control*, 1994, 5(4): 48 – 53.
- [12] 王海芝. 北京市泥石流特点及专业监测体系建设初探[J]. *城市地质*, 2019, 14(2): 25 – 30.
Wang H Z. Study on professional monitoring system for debris flow in Beijing[J]. *Urban Geol*, 2019, 14(2): 25 – 30.

Technical requirements and practice of debris flow monitoring in the mountainous areas of Beijing

LIAO Haijun

(Beijing Institute of Geological Hazards Prevention and Control, Beijing 100120, China)

Abstract: Debris flow is one of the main sudden geological hazards in the mountainous areas of Beijing. The development scale of debris flow is mostly small and medium – sized, but it is really dangerous. Therefore, it is necessary to carry out professional monitoring. Scientific selection of monitoring objects, reasonable selection of monitoring methods, types of monitoring equipment and reliable installation position, and clear monitoring technical requirements are the keys for debris flow monitoring and early warning. Based on the work practice of Phase I and Phase II of Beijing sudden geological hazards monitoring and early warning system, the authors in this paper summarized the contents of debris flow monitoring object selection, monitoring methods and equipment, methods and technical requirements for determining monitoring points, through the analysis of characteristics of debris flow in the mountainous areas of Beijing. Besides, the rationality of the above principles, methods and techniques is verified by taking the professional monitoring practice of Yinziyu debris flow in Xiaolianghougou as an example. The Relevant work can provide ideas and reference for early point selection of debris flow monitoring and warning.

Keywords: debris flow; professional monitoring; monitoring methods design

(责任编辑: 常艳)